

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Aliran lahar Gunungapi Merapi mengalir di beberapa sungai sekitar Merapi. Daerah yang berpotensi terkena lahar hujan sesudah erupsi yaitu daerah disekitar aliran sungai yang berhulu di puncak Gunung Merapi. Sungai-sungai tersebut antara lain Kali Gendol, Kali Kuning dan Kali Opak (lereng Selatan), Kali Woro (lereng Tenggara), Kali Senowo (lereng Baratlaut), Kali Lamat dan Kali Putih (lereng Barat), Kali Krasak, Kali Boyong, dan Kali Bedog (lereng Baratdaya). (Ratih Dewanti, 2011).

Banjir lahar terjadi karena bentuk Gunungapi Merapi yang strato berlereng curam, sehingga pada saat hujan dapat memicu terjadinya banjir lahar. Banjir lahar yang terjadi berpotensi menghasilkan tenaga yang cukup besar untuk mengangkut material yang berada pada lereng Gunungapi Merapi. Material-material yang terangkut berupa pasir, krikil bahkan bongkahan-bongkahan batu yang cukup besar, fenomena batu besar yang terangkut oleh banjir dapat disaksikan pada daerah Kabupaten Magelang khususnya di Srumbung, dimana di wilayah Srumbung terdapat beberapa sungai yang berhulu di Gunungapi Merapi.



Gambar 1.1 Kondisi Kali Putih  
Sumber: Survey Lapangan

Produksi letusan Gunungapi Merapi diprediksi mencapai  $\pm 200$  juta  $m^3$  lebih, yang berarti apabila hujan turun di daerah Gunungapi Merapi, maka akan terjadi *overload* material. Salah satu kerusakan yang diakibat lahar hujan adalah menerjang bangunan-

bangunan yang ada di sekitarnya. Hal ini dikarenakan banjir lahar yang terjadi membuat tepi sungai semakin lebar sehingga mampu menimbun bangunan-bangunan yang dilewatinya (Daryono, 2011).

Gunungapi Merapi terakhir kali meletus pada 2010 dengan mengeluarkan material letusan sebanyak 140 juta m<sup>3</sup> hal ini setara dengan letusan yang terjadi pada tahun 1822. Tercatat pada tanggal 26 Oktober 2010 Gunungapi Merapi mengalami erupsi sebanyak delapan kali yang mengeluarkan awan panas (*nuee ardente*) dan material piroklastik seperti batuan krikil dan pasir, pada tanggal 04 November 2010 terjadi erupsi yang kedua, erupsi ini mengeluarkan materialnya sebanyak 5 juta m<sup>3</sup> dengan jangkauan jarak sejauh 15km. Catatan letusan dan masa istirahat Gunungapi Merapi dari tahun ketahun dapat dilihat dalam Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Aliran Lahar Gungapi Merapi

Tahun	Tanggal Kejadian	Arah Aliran	Tipe lahar	Sungai yang menjadi Aliran Lahar
1822	28 Desember	-	Panas	Senowo, Pabelan, Blongkeng, Lamat, Woro
1888	22 September	-	Dingin	Senowo, Trising, Blongkeng, Batang
1930	18/19 Desember	Selatan dan Barat Daya	Panas, Dingin	Batang, Pabelan, Lamat, Blongkeng, Woro, Senowo
1954	18 Januari	Barat Laut dan Barat	Dingin	Pabelan
1961	8 Mei	Barat Daya	Panas, Dingin	Senowo, Blongkeng, Batang, Pabelan
1969	7-8 Januari	Barat Daya	Panas, Dingin	Blongkeng, Krasak, Putih
1973	14 April	Barat Daya	Panas, Dingin	Putih, Krasak, Bebeng, Kuning, Boyong
1976	06 Maret	Barat Daya	Dingin	Putih, Krasak, Bebeng, Kuning, Boyong
1976	05 November	Barat Daya	-	Blongkeng, Putih, Batang, Krasak, Bebeng
1984	13-15 Juni	Barat Daya	Dingin	Putih
1986	10 Oktober	Barat Daya		Putih
1992	02 Februari	Barat	Dingin	Putih
1994	22 November	Selatan	Dingin	Boyong
1998	Juli	Barat Daya	Dingin	Putih

Sumber : Lavigne dkk, 2004

Kali Putih adalah sungai yang paling banyak dialiri oleh material Gunungapi Merapi setiap kali Gunungapi Merapi mengalami erupsi. Akibat dari lahar Gunungapi

Merapi ini, merusak permukiman yang ada disekitarnya. Kerusakan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut ini.

Tabel 1.2 Kerusakan Rumah dan Pegungsi di Sekitar Kali Putih

<b>Kerusakan Rumah/ Bangunan</b>	<b>Jumlah</b>
Roboh/Hanyut	65 Unit
Rusak Berat	110 Unit
Rusak Sedang	12 Unit
Rusak Ringan	2 Unit
Pengungsi	2079 Jiwa

Sumber: Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2011

Tabel diatas merincikan mengenai kerugian yang diakibatkan oleh banjir lahar yang terjadi pada tahun 2010 khususnya permukiman atau gedung yang dilewati oleh arus lahar hujan tersebut yang ada disekitar Kali Putih.

Peristiwa erupsi Gunungapi Merapi yang terjadi pada tahun 2010, tidak semua sungai yang berhulu di Gunungapi Merapi mengalami banjir lahar, namun sungai yang paling parah terkena dampak dari aliran lahar hujan adalah Kali Putih dengan total kerusakan bangunan sebanyak 189 unit dan pengungsi sebanyak 2.079 jiwa. Berikut ini merupakan rincian data potensi ancaman bencana gunungapi Merapi yang dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut ini.

Tabel 1.3 Data Potensi Ancaman Bencana Gunung Merapi

<b>No</b>	<b>Kecamatan</b>	<b>Jumlah Jiwa</b>
1	Dukun	45.405
2	Ngeluwar	34.729
3	Srumbung	46.942
4	Salam	44.442

Sumber: BPBD Kab. Magelang 2014

Kerugian yang diakibatkan lahar hujan sesungguhnya dapat diminimalisir dengan cara penanggulangan bencana yang tepat. Mitigasi bencana sangat diperlukan terutama bagi daerah-daerah yang sudah pasti diketahui rawan terhadap bencana alam, selain itu untuk menghindari jatuhnya korban jiwa dan kerusakan sarana prasana yang lebih banyak. Hal ini dimaksudkan agar daerah-daerah tersebut dapat siapsiaga terhadap bencana jika sewaktu-waktu bencana yang ada tiba-tiba terjadi.

Masalah yang seringkali timbul dalam menghadapi bencana alam adalah belum optimalnya kualitas penyelenggaraan penanggulangan bencana alam, baik sebelum, pada saat terjadinya bencana maupun setelah terjadinya bencana. Faktor yang

menyebabkan hal tersebut diantaranya kurangnya kapasitas masyarakat dan aparatur, sarana serta upaya pencegahan dan kesiapsiagaan. Peraturan Penanggulangan bencana telah tercantum dalam undang-undang nomor 24 tahun 2007 yang menyatakan bahwa “pemerintah daerah memiliki tanggung jawab untuk menyelenggarakan penanggulangan bencana yang terencana, terkoordinasi dan menyeluruh”.

Paradigma penanggulangan bencana sendiri telah bergeser dari paradigma penanggulangan bencana yang bersifat responsif (terpusat pada tanggap darurat dan pemulihan) kepreventif (pengurangan risiko dan kesiapsiagaan), sehingga penyelenggaraan penanggulangan bencana pada masa sekarang lebih ditekankan pada tahapan prabencana. Salah satu kegiatan dalam tahap prabencana adalah mitigasi bencana (Nur Isnainiati dkk, 2012)

Daerah Penelitian sendiri memerlukan adanya mitigasi bencana yang terkoodinir. Mengingat bahwa pada 2010 lalu daerah penelitian mengalami dampak dari meletusnya gunungapi Merapi yaitu berupa luapan lahar hujan yang masih dapat kita lihat di lokasi terjadinya bencana alam tersebut hingga hari ini. Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan terutama dalam pengelolaan data spasial dan penginderaan jauh, dimana ilmu pengetahuan ini dapat diaplikasikan dalam proses penyajian kenampakan kondisi bencana yang terjadi dalam bentuk peta yang dapat dijadikan arahan dalam melakukan proses mitigasi bencana berdasarkan sebaran potensi bencana yang terjadi. Dengan adanya mitigasi bencana khususnya di daerah penelitian, maka diharapkan adanya penanggulangan bencana yang optimal. Mitigasi bencana memberikan arahan terhadap penanggulangan dan pengambilan sikap dan keputusan untuk menanggulangi bencana alam yang akan terjadi dimasa yang akan datang hingga korban jiwa dan kerugian yang diakibatkan oleh bencana alam tersebut dapat diminimalisir, serta memberikan rujukan arahan pembangunan bagi suatu daerah dalam pembangunannya yang merujuk atau berbasis sadar bencana untuk meminimalkan kerugian yang diakibatkan dari bencana ini, untuk menjawab kebutuhan tersebut maka penulis melakukan sebuah penelitian yang berjudul **“Mitigasi Bencana Lahar Hujan Gunungapi Merapi Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh di Sub DAS Kali Putih Kabupaten Magelang”**

## 1.2 Perumusan Masalah

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada serta berlimpahnya informasi yang dapat diperoleh, maka Sistem Informasi Geografis merupakan salah satu dari kemajuan teknologi yang dipadu dengan ilmu pengetahuan. Sistem Informasi geografis dapat dimanfaatkan untuk memberikan rujukan solusi atau gambaran terhadap permasalahan yang berkaitan dengan mitigasi bencana diantaranya adalah:

- 1) bagaimana agihan potensi bencana lahar hujan di daerah penelitian?, dan
- 2) bagaimana mitigasi bencana di daerah penelitian?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) menentukan agihan potensi lahar hujan yang terjadi di daerah penelitian, dan
- 2) menganalisis mitigasi bencana di daerah penelitian.

## 1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini kiranya dapat memberi manfaat yaitu:

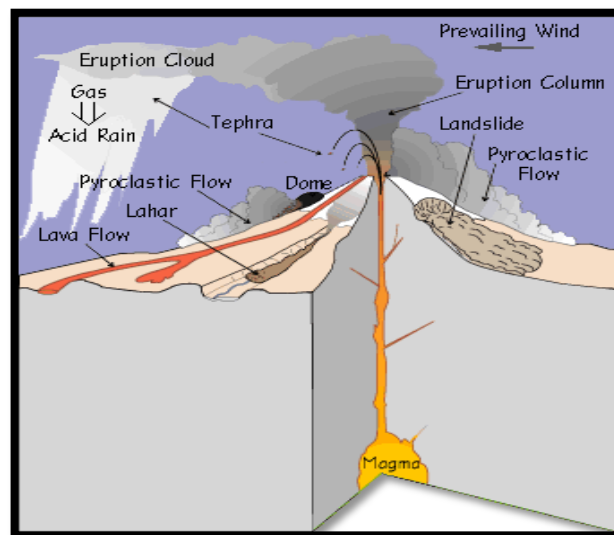
1. secara akademis, penelitian ini dijadikan sebagai prasyarat dalam menyelesaikan Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. menambah wawasan tentang peranan Sistem Informasi Geografis dalam mengetahui potensi bencana alam yang terjadi di Sub DAS Kali Putih
3. membantu kontribusi dalam penentuan kebijakan, perencanaan dalam manajemen bencana alam di Sub DAS Kali Putih.

## 1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

### 1.5.1 Bahaya Lahar Hujan

Di Indonesia, breksi gunungapi yang diangkut oleh air dikenal sebagai lahar (Bammelen dalam Alzwar dkk, 1988), yang sama artinya dengan aliran rombakan bahan gunungapi (*volcanic debris flow*), atau massa campuran rombakan bahan gunungapi dan air yang mengalir. Lahar dapat diartikan sebagai aliran campuran

bahan rombakan gunungapi dan air dan endapan yang dihasilkan aliran campuran tersebut. Bates & Jackson (1987) mendefinisikan lahar sebagai aliran lumpur terutama terjadi dari material vulkaniklastik pada lereng gunungapi. Fragmen-fragmen yang terbawa meliputi piroklastik, tanah dan lava tercampur dengan air hujan atau air danau kawah yang tercurah selama ledakan. Lahar terjadi mengikuti turunnya hujan lebat dan alirannya melalui lembah-lembah dan daerah rendah. Lahar dapat pula terjadi pada waktu letusan dengan tumpahnya danau kawah atau mencairnya salju di puncak gunungapi. Lahar mempunyai berat jenis antara 2– 2,5 gr/cc dan dapat menempuh kecepatan sekitar 40 – 60 km/jam sehingga jika mengalir sangat berbahaya, mampu menyeret bermacam-macam ukuran batuan, mampu merusak segala sesuatu baik itu batuan atau bangunan ataupun kawasan yang di lewatinya (Sumintaredja, 2000). Ilustrasi terjadinya aliran lava dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut



Gambar 1.2 Ilustrasi Bahaya Gunungapi  
sumber : <http://volcanoes.usgs.gov/hazards/index.php>,

Setiap letusan gunungapi menghasilkan banyak abu dan material lepas lainnya yang berakumulasi di lereng dan lembah-lembahnya yang cukup tebal. Bila hujan lebat turun di daerah puncak pada saat ataupun sesudah letusan, maka air hujan bercampur dengan material-material tersebut berubah menjadi lahar tersebut dapat mengangkut blok-blok lava yang sangat besar dan seolah-olah terapung dibagian atas aliran lahar tersebut. Kecepatannya tergantung pada volume dan viskositas lumpur, kelerengan dan kekasaran daerah yang dilaluinya (Hadisantono, dkk 1997).

Menurut Alzwar dkk (1988), perbedaan antara lahar dengan endapan sungai vulkanik-klastik terdapat pada kandungan batuan, sifat fisik dan pemilahannya, di mana lahar umumnya mempunyai kandungan lempung lebih banyak di samping bongkah batuan yang melimpah. Lahar jarang sekali membentuk perlapisan dalam (*internal layering*). Endapan akan melimpah keluar lembah, mempunyai ketebalan besar dan endapan lahar mempunyai bentuk permukaan datar. Endapan lahar juga jarang sekali memperlihatkan sifat mengerosi batuan dasarnya, yang merupakan sifat khas lainnya dari endapan lahar, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pembedaan dengan endapan berbutir kasar lainnya. Lahar yang mempunyai batuan sejenis berasal dari letusan langsung gunungapi, sedangkan jika batuannya tidak sejenis, dapat diduga bahwa lahar tersebut berasal dari runtuh dinding kawah atau longsor bahan rombakan gunungapi pada lereng gunungapi yang curam yang telah terkena air hujan dengan intensitas yang cukup tinggi. Secara genetik, lahar dibedakan menjadi lahar letusan (lahar primer) dan lahar hujan (lahar sekunder). Lahar letusan dihasilkan oleh letusan gunungapi yang mempunyai danau kawah, sedangkan lahar hujan disebabkan oleh campuran piroklastik yang telah terendapkan dan air hujan.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan dahsyatnya banjir lahar di kawasan barat Merapi, di antaranya adalah karakteristik endapan material vulkanik di sisi barat Merapi yang lebih ringan dan tingginya intensitas curah hujan di kawasan Merapi. Kawasan barat Merapi banyak menyimpan material Merapi yang lebih ringan. Dampak dari dominasi aliran hujan abu ke arah barat ini menyebabkan di kawasan barat Merapi lebih banyak menyimpan material piroklastik ringan hasil letusan yang berarah vertikal seperti material abu, pasir dan kerikil. Berbeda dari kondisi endapan material di kawasan barat Merapi, maka karakteristik material yang terendapkan di kawasan selatan Merapi relatif lebih berat. Ini disebabkan karena endapan material erupsi kawasan selatan Merapi lebih banyak dikontrol oleh tumpahan material piroklastik panas sehingga karakteristik materialnya berukuran lebih besar seperti pasir, kerikil, kerakal, dan bongkahan batu besar (Daryono, 2011).

### 1.5.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Secara umum daerah aliran sungai (DAS) dapat diartikan sebagai wilayah aliran air yang dibatasi oleh igir-igir, dimana air hujan yang jatuh akan mengalir melalui saluran-saluran tertentu yang pada akhirnya akan mengalir pada danau atau laut. Hal tersebut tidak berbeda jauh dengan apa yang dikemukakan oleh Suripin bahwa DAS merupakan suatu ekosistem dimana di dalamnya terjadi suatu proses interaksi antara faktor biotik, non biotik dan manusia. Nasution L. dan Anwar A., 1981 mengemukakan bahwa DAS merupakan kesatuan ekosistem yang mempunyai bagian-bagian subsistem yang saling berkaitan satu sama lain. Bagian-bagian DAS tersebut antara lain :

- a. Vegetasi yang berfungsi mengatur tata air dan pelindung tanah dari daya rusak butir-butir air hujan, pelindung tanah dari daya tarik air limpasan permukaan, serta sebagai komponen yang mampu memperbaiki kapasitas infiltrasi dan daya absorpsi air. Vegetasi yang dimaksud dalam hal meliputi tumbuhan hidup di daerah tersebut.
- b. Tanah merupakan suatu tumbuk alam atau gabungan tubuh alam yang dapat dianggap sebagai hasil alam bermata tiga yang merupakan paduan antara gaya pengrusakan dan pembangunan, yang secara fisik tanah terdiri dari partikel mineral organik dengan berbagai ukuran.
- c. Tata guna lahan adalah suatu proses pembuatan anjuran mengenai lokasi bagi berbagai kegiatan manusia. Pada umumnya orang memandang bahwa lahan dan tanah itu adalah bagian penting dari lingkungan hidup. Aktivitas suatu komponen ekosistem selalu memberi pengaruh pada ekosistem yang lain.

Manusia dalam menjalankan aktivitasnya seringkali mengakibatkan dampak yang besar bagi keseluruhan ekosistemnya. Sehingga hubungan timbal balik antar komponen menjadi tidak seimbang, maka terjadilah gangguan ekologis. Gangguan tersebut pada dasarnya gangguan pada arus materi, energi dan informasi antar komponen yang tidak seimbang (Odum, 1972).

Daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Secara biogeofisik, karakteristik hulu DAS merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, kemiringan lereng besar (> 15%), bukan merupakan



daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir dicirikan oleh hal-hal seperti: merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8 % ), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut.

### **1.5.3 Mitigasi Bencana Gunung Api**

Gunung berapi atau gunung api adalah bentuk timbunan (kerucut dan lainnya) dipermukaan bumi yang dibangun oleh timbunan rempah letusan atau tempat munculnya batuan lelehan atau magma/rempah lepas/gas yang berasal dari dalam bumi (Nur Isnainiati dkk, 2012). Dalam buku Manajemen Bencana disebutkan upaya-upaya mitigasi bencana gunung berapi, yaitu:

- a. Pemantauan, aktivitas gunung api dipantau selama 24 jam menggunakan alat pencatat gempa (seismograf).
- b. Tanggap Darurat, yaitu mengevaluasi laporan dan data, membentuk tim Tanggap Darurat, mengirimkan tim ke lokasi, melakukan pemeriksaan secara terpadu.
- c. Pemetaan, Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung berapi dapat menjelaskan jenis dan sifat bahaya gunung berapi, daerah rawan bencana, arah penyelamatan diri, lokasi pengungsian, dan pos penanggulangan bencana.
- d. Penyelidikan gunung berapi menggunakan metoda Geologi, Geofisika, dan Geokimia atau ilmu-ilmu terapan yang dapat diaplikasikan pada bencana terkait.
- e. Sosialisasi, petugas melakukan sosialisasi kepada Pemerintah Daerah serta masyarakat terutama yang tinggal di sekitar gunung berapi.

Upaya mitigasi bencana lahar hujan menurut Ferad Puturuhi 2015 dapat dibagi menjadi tiga kegiatan yaitu upaya mitigasi non struktural, struktural dan peran serta masyarakat.

a) Mitigasi Non Struktural

Mitigasi non struktural merupakan upaya mengurangi dampak bencana dengan cara pembuatan kebijakan undang-undang penanggulangan bencana (UU PB) selain itu juga arahan RTRW, dan kesadaran masyarakat terhadap bencana yang ada disekitarnya. Kegiatan mitigasi non struktural terdiri dari:

- pembentukan kelompok kerja yang beranggotakan dinas-instansi terkait ditingkat daerah sebagai bagian untuk melaksanakan dan menetapkan pembagian peran dan kerja atas upaya-upaya nonfisik penanggulangan mitigasi bencana lahar hujan. Upaya yang dilakukan diantaranya adalah pengamatan dan penelusuran atas prasarana dan sarana pengendalian lahar hujan yang ada dan langkah yang akan dilakukan selanjutnya,
- merekomendasikan upaya perbaikan atas prasarana dan sarana pengendalian bencana lahar hujan,
- memonitor dan mengevaluasi parameter kerawanan bencana lahar hujan yang diperlukan untuk meramalkan bencana lahar hujan,
- Menyiapkan peta daerah rawan bencana lahar hujan dilengkapi dengan rute pengungsian, lokasi posko, dan lokasi pengamatan,
- Mengecek dan menguji sarana sistem peringatan dini yang ada dan mengambil langkah-langkah pemeliharannya
- Perencanaan logistik dan penyediaan dana, peralatan, dan material kegiatan yang diperlukan untuk kegiatan tanggap darurat. Persediaan pangan dan air.
- Perencanaan dan penyiapan SOP untuk tahap tanggap darurat, diantaranya identifikasi daerah rawan, identifikasi jalur evakuasi, tempat pengungsian, dan penyediaan logistik, dapur umum, obat-obatan dan tenda darurat.
- Pelaksanaan sistem informasi bencana lahar hujan, dengan penyampaian langsung pada masyarakat, melalui media informasi media elektronika maupun media cetak terkait informasi bencana yang terjadi.
- Melakukan pelatihan evakuasi untuk kesiapsiagaan masyarakat dan kesiapan tempat pengungsian beserta perlengkapan jika terjadi bencana sewaktu-waktu, dan

- melaksanakan penyuluhan pada masyarakat atas peta rawan bencana lahar hujan yang ada ditempat tinggal masyarakat setempat.

#### b) Mitigasi Struktural

Mitigasi struktural merupakan upaya untuk meminimalkan bencana yang dilakukan melalui pembangunan prasarana fisik dan pemanfaatan teknologi. Kegiatan mitigasi struktural terdiri dari;

- pembangunan tembok penahan dan tanggul disepanjang sungai yang menjadi jalur lintasan lahar
- melakukan reboisasi pada bagian hulu untuk mengurangi debit aliran lahar, pembangunan tanggul, dan sistem pembanunan yang sesuai dengan kondisi bencana yang terjadi.

#### c) Peranserta Masyarakat

Masyarakat baik sebagai individu maupun masyarakat secara keseluruhan dapat berperan secara signifikan dalam upaya mitigasi bencana terhadap lahar hujan yang terjadi. Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam mitigasi yang megikut sertakan peran masyarakat diantaranya adalah:

- tidak tinggal dalam bantaran sungai,
- melakukan reboisasi dibagian hulu, dan
- ikut serta dan aktif dalam pelatihan dan penyuluhan tanggap bencana dalam upaya mitigasi bencana.

### 1.5.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geoggrafis dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Eddy Prahasta, 2001).

SIG memiliki empat kemampuan untuk menangani data yang mempunyai referensi geografi, yaitu : a) masukan (Input) data, b) manajemen data (menyimpan dan memanggil data), c) analisis dan manipulasi data, d) keluaran (output) (Aronoff, 1989).

Masing-masing referensi geografi tersebut memiliki tugas yang berfungsi pada tiap-tiap referensi diantaranya adalah:

1. Data masukan (Input Data).

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengkonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh SIG.

2. Data Keluaran (Output Data).

Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian data baik dalam bentuk softcopy maupun dalam hardcopy seperti tabel, grafik, dan peta.

3. Data Manajemen.

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di-update, dan di-edit.

4. Data Manipulasi dan Analisis.

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

Subsistem masukan data dimaksudkan sebagai upaya mengumpulkan dan mengolah data spasial dari sumber (peta, data penginderaan jauh, dan basis data lain). Subsistem penyimpanan dan pemanggilan kembali dilakukan untuk mengorganisasi data dalam bentuk yang mudah dan cepat dapat diambil kembali, dan memungkinkan pemutakhiran serta koreksi cepat dan akurat. Sistem manipulasi data dan analisis data dilaksanakan untuk mengubah data sesuai permintaan pengguna, atau menghasilkan parameter dan hambatan bagi berbagai optimasi atau pemodelan menurut ruang dan waktu. Subsistem keluaran mampu menayangkan sebagian atau seluruh basis data asli maupun data yang telah dimanipulasi, serta keluaran dari model spasial dalam bentuk tabel dan peta. Pemanfaatan keunggulan data penginderaan jauh dan keunggulan pengolahan data digital untuk keperluan tampilan dan analisis (SIG) diharapkan mampu menghasilkan sejumlah masukan yang akurat sehingga dapat diperoleh

keputusan yang handal dan bersesuaian dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Penggunaan teknologi ini membantu memahami bagaimana memanfaatkan dan mengelola sumberdaya di sekitar kita secara optimal.

#### **1.5.5 Sistem Penginderaan Jauh untuk Gunungapi**

Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Alat yang dimaksud di dalam batasan ini adalah alat penginderaan atau sensor. Pada umumnya sensor dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit, pesawat ulang alik, atau wahana lainnya. Obyek yang diindera atau yang ingin diketahui berupa obyek di permukaan bumi, di dirgantara, atau di antariksa. Penginderaannya dilakukan dari jarak jauh sehingga ia disebut penginderaan jauh, karena sensor dipasang jauh dari obyek yang diindera, diperlukan tenaga yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Tiap obyek mempunyai sikap atau karakteristik tersendiri di dalam interaksinya terhadap tenaga, misalnya air menyerap sinar banyak dan hanya memantulkan sinar sedikit, sebaliknya, batuan kapur atau salju menyerap sinar sedikit dan memantulkan sinar banyak. Hasil interaksi antara tenaga dengan obyek direkam oleh sensor. Perekamannya dilakukan dengan menggunakan kamera atau alat perekam lainnya. Hasil rekaman ini disebut data penginderaan jauh yang di dalam batasan tersebut disingkat dengan istilah data. Data harus diterjemahkan menjadi informasi tentang obyek, daerah, atau gejala yang diindera itu. Proses penterjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data (Sutanto, 2000).

Distribusi gunung berapi aktif banyak terdapat dinegara-negara berkembang, yang populasinya padat. Letusan gunung api dapat menyebabkan perbedaan besar dari proses seperti: ledakan, aliran piroklastik, lahar, aliran lava, dan abu. Awan abu vulkanik dapat didistribusikan pada daerah yang luas, dan berpengaruh pada kondisi lalulintas udara dan cuaca. Aplikasi dari pengindraan jauh bahaya gunung api terdiri dari:

- Memantau aktivitas vulkanik dan mendeteksi letusan gunung api
- Identifikasi potensi berbahaya gunung api terutama di daerah-daerah terpencil

- Pemetaan bentang alam vulkanik dan deposit (Mouginis-Mark, dan Francis, 1992)
- Satelit pengamat bumi dapat digunakan dalam fase pencegahan bencana dalam pemetaan distribusi dan jenis deposito vulkanik
- Penentuan data sejarah jenis letusan diperlukan, seperti analisis morfologi dan komposisi litologi
- Pemetaan bentang alam vulkanik (semi detail)

Pemantauan aktivitas gunung api sangat baik jika menggunakan citra satelit resolusi temporal tinggi. Untuk identifikasi perbedaan deposit vulkanik menggunakan resolusi spasial yang tinggi dan spektrum resolusi tinggi.

Data *thematic mapper* dapat digunakan untuk pemetaan daerah yang panas, misalnya: lava basal, fumarol dan panas piroklastik, cita Landsat dapat digunakan untuk menunjukkan perbedaan dalam kegiatan yang mempengaruhi anomali yang lebih besar seperti aliran lava. Landsat juga dapat digunakan untuk melihat perbedaan penampakan bentuklahan kerucut gunung api muda dan yang sudah tererosi. Demikianlah pengindraan jauh telah menjadi bagian tak terpisahkan dari sistem global deteksi dan pelacakan letusan gunung api. (Ferad Puturu, 2015)

### 1.5.6 Penelitian Sebelumnya

Pramono Hadi (1992), melakukan penelitian Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Mitigasi Banjir Lahar dan Longsoran Lava Pada Lereng Selatan Gunungapi Merapi. Penelitian ini bertujuan mengetahui daerah-daerah rawan karena bahaya banjir lahar dan longsoran lava. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Analisis dengan cara tumpang-susun peta (*overlay*), kalkulasi peta, klasifikasi dengan menggunakan tabel 2-dimensi, dan classify tabel serta dengan menerapkan SQL (*Simple Query Language*) pada database. Data geologi dan penutup lahan dilakukan skoring, sedangkan lainnya dihitung nilai pixelnya. Hasil akhir yang diperoleh sebagai berikut:

- a. Peta bahaya yang dikategorikan menjadi 5 kelas, yaitu :
  - Kelas I (tidak berbahaya)
  - Kelas II (sedikit berbahaya)

- Kelas III (cukup berbahaya)
- Kelas IV (berbahaya)
- Kelas V (sangat berbahaya)

b. Persentase pemukiman yang masuk dalam kategori kelas bahaya yaitu:

- Kelas I(90,03%)
- Kelas II(9,53%)
- Kelas III (0,23%)
- Kelas IV (0,11%)
- Kelas V(0,10%)

Frank Lavigne (1999) melakukan penelitian dengan judul penelitian Lahar *Hazard Microzonation and Risk Assessment in Yogyakarta city, Indonesia*. Penelitian yang dilakukan oleh Frank bertujuan untuk memetakan daerah bahaya banjir lahar dingin secara detail dan menganalisis risiko yang ditimbulkan oleh banjir lahar terhadap infrastruktur bangunan di DAS Code Yogyakarta. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan peta topografi dan asumsi debit puncak untuk analisis bahaya dan analisis kerentanan bangunan. Hasil yang diperoleh adalah pemetaan mikrozonasi bahaya banjir lahar dan risiko terhadap bahaya banjir lahar.

Risky Nurwidiati Deliana AS (2011), melakukan penelitian ini mengenai Tingkat Bahaya Lahar Gunung Merapi Terhadap Lapangan Golf Merapi, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini mengetahui arah aliran lahar termasuk luapan lahar yang menuju ke lapangan golf dan mengetahui tingkat bahaya lahar di daerah lapangan golf Merapi. Metode yang digunakan adalah Metode klasifikasi dan pemberian skor melalui sistem skoring. Teknik sampling yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu *purposive sampling*. Hasil yang diperoleh yaitu arah aliran dan luapan lahar yang mengarah ke lapangan golf melalui beberapa lembah yang menuju lapangan golf. Tingkat bahaya lapangan golf Merapi dinyatakan terletak pada daerah dengan tingkat bahaya II dan IV. Pengaruh bahaya lahar secara langsung untuk daerah lapangan golf tidak ada perubahan. Perubahan morfologi puncak gunungapi Merapi dapat menyebabkan aliran piroklastik mengarah ke selatan, yang dapat meningkatkan tingkat bahaya lahar.

Nur Isnainiati, Muchammad Mustam, Ari Subowo (2012) Kajian Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Merapi di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pelaksanaan mitigasi struktural pada bencana erupsi Gunung Merapi di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman dan mengetahui pelaksanaan mitigasi non struktural pada bencana erupsi Gunung Merapi di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian ini diadakan di Kecamatan Cangkringan yang berjarak sekitar 11 km dari puncak Gunung Merapi dan berada kawasan rawan bencana II & III (KRB II & III). Kecamatan Cangkringan terletak di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta yang merupakan lokasi yang terkena dampak letusan Gunung Merapi. Teknik survey yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan mewawancarai Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman (BPBD Sleman), swasta/NGO dan tokoh-tokoh masyarakat di Kecamatan Cangkringan. Data yang dikumpulkan dengan teknik observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi, setelah data terkumpul, dilakukan analisis dengan teknik reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Hasil yang diperoleh yaitu Sistem mitigasi bencana yang ada di kecamatan Cangkringan terdiri dari Mitigasi Struktural dan Mitigasi Non Stuktural. Keterangan lebih rinci terkait dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.4 berikut ini.



Tabel 1.4 Penelitian

No.	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Pramono Hadi (1992) Aplikasi Sistem Informasi Geografi Untuk Mitigasi Banjir Lahar Dan Longsoran Lava Pada Lereng Selatan Gunungapi Merapi	Mengetahui daerah-daerah rawan karena bahaya banjir lahar dan longsoran lava.	Analisis dilakukan dengan cara tumpang susun ( <i>overlay</i> ), kalkulasi peta, klasifikasi dengan menggunakan 2 dimensi, dan classfy serta dengan menerapkan SQL ( <i>Simple Query Language</i> ) pada database. Data geologi dan penutup lahan dilakukan skoring, sedangkan lainnya dihitung nilai pixelnya.	Peta bahaya yang dikategorikan menjadi 5 kelas, yaitu : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelas I (tidak berbahaya)</li> <li>• Kelas II (sedikit berbahaya)</li> <li>• Kelas III (cukup berbahaya)</li> <li>• Kelas IV (berbahaya)</li> <li>• Kelas V (sangat berbahaya)</li> </ul> Persentase pemukiman yang masuk dalam kategori kelas bahaya yaitu : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelas I(90,03%)</li> <li>• Kelas II(9,53%)</li> <li>• Kelas III (0,23%)</li> <li>• Kelas IV (0,11%)</li> <li>• Kelas V(0,10%)</li> </ul>
2.	Frank Lavigne (1999) <i>Lahar Hazard Microzonation and Risk Assessment in Yogyakarta city, Indonesia</i>	Memetakan daerah bahaya banjir lahar dingin secara detail dan menganalisis risiko yang ditimbulkan oleh banjir lahar terhadap infrastruktur bangunan di DAS Code Yogyakarta	Menggunakan peta topografi dan asumsi debit puncak untuk analisis bahaya dan analisis kerentanan bangunan.	Pemetaan mikrozonasi bahaya banjir lahar dan risiko terhadap bahaya banjir lahar.
3.	Risky Nurwidiati Deliana AS (2011) Tingkat Bahaya Lahar Gunung	Mengetahui arah aliran lahar termasuk luapan lahar yang menuju ke lapangan golf.	Metode klasifikasi dan pemberian skor melalui skoring. Teknik sampling yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu	Arah aliran dan luapan lahar yang mengarah ke lapangan golf melalui beberapa lembah.

Tabel 1.4 Penelitian

No.	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
	Merapi Terhadap Lapangan Golf Merapi, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Mengetahui tingkat bahaya lahar di daerah lapangan golf Merapi	<i>purposive sampling.</i>	Tingkat bahaya lapangan golf Merapi terletak pada daerah dengan tingkat bahaya II dan IV. Kemungkinan bahaya lahar secara langsung untuk daerah lapangan golf tidak ada perubahan. Perubahan morfologi puncak gunung Merapi dapat menyebabkan aliran piroklastik mengarah ke selatan, yang dapat meningkatkan tingkat bahaya lahar
4	Nur Isnainiati, Muchammad Mustam, Ari Subowo (2012) Kajian Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Merapi di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman	Mengetahui pelaksanaan mitigasi struktural dan non struktural pada bencana erupsi Gunung Merapi di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman.	Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif deskriptif. Survey penelitian menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> dengan mewawancarai BPBD Sleman, swasta/NGO dan tokoh-tokoh masyarakat di Kecamatan Cangkringan. Data dikumpulkan dengan teknik observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Setelah data terkumpul, dilakukan analisis dengan teknik reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan/verifikasi.	Sistem mitigasi bencana yang ada di kecamatan Cangkringan terdiri dari Mitigasi Struktural dan Mitigasi Non Stuktural

## 1.6 Kerangka Penelitian

Lahar hujan merupakan akibat dari aktifitas gunungapi yang mengalami erupsi beberapa waktu lalu, dari aktifitas erupsi gunungapi maka menghasilkan material-material yang berupa Pasir, debu, krikil, bahkan bongkahan batu. Mineral yang keluar dari gunungapi Merapi sangat bermanfaat untuk sektor pertanian dan perdagangan, namun material tersebut akan menjadi bencana jika keluar dalam jumlah yang banyak sehingga mengakibatkan terjadinya kerugian. Material gunungapi yang keluar melalui sungai-sungai yang berhulu di gunungapi Merapi secara berlebihan dapat dipicu dari kondisi gunungapi Merapi yang berlereng curam, sehingga berpotensi mengakibatkan terjadi lahar hujan.

Analisis kerawanan merupakan analisis yang dilakukan untuk menentukan kelas kerawanan di daerah penelitian. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu dalam proses pengaplikasian suatu data sekunder yang merupakan parameter-parameter penentuan kelas kerawanan bahaya lahar hujan. Parameter-parameter yang terkait untuk penentuan agihan kerawan terhadap bencana lahar hujan adalah: penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan, bentuklahan, dan jarak sungai terhadap pemukiman. Analisis dengan menggunakan pengharkatan dilakukan pada data atributnya, dan dilakukan overlay atau tumpang susun.

Berdasarkan peta kerawanan lahar hujan yang telah ada, maka dapat diketahui daerah mana saja yang berisiko terhadap lahar hujan dan daerah mana yang aman terhadap lahar hujan. Dari peta kerawanan tersebut maka dapat dibuatkan rekomendasi mitigasi bencana berdasarkan peta kerawanan terhadap zona-zona aman untuk tempat pengungsian, jalur evakuasi tercepat menuju tempat yang aman dan jalur logistik yang dapat dilalui jika terjadi bencana dikemudian hari, sehingga warga setempat dapat siapsiaga terhadap bencana yang sewaktu-waktu terjadi.

## **1.7 Metode Penelitian**

Metode penelitian menjelaskan mengenai semua langkah, alat dan bahan yang dilakukan atau digunakan dalam melakukan penelitian secara urut, sistematis dan rinci. Penelitian ini menggunakan metode pengharkatan terhadap parameter yang digunakan diantaranya yaitu: Bentuklahan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, curah hujan, dan jarak sugai.

Pengolahan Data-data parameter tersebut kemudian diberi harkat selanjutnya dilakukan perhitungan matematis yang kemudian hasil dari perhitungan tersebut dapat dijadikan sebagai pengkelasan dari tiap-tiap parameter yang digunakan.

Analisis perhitungan ini kemudian berupa analisis kuantitatif berjenjang dimana pada hasil perhitungan tersebut diketahui agihan tingkatan kerawanan daerah penelitian terhadap lahar hujan.

### **1.7.1 Alat yang digunakan**

- 1) Seperangkat Laptop Axio Neon dengan spesifikasi:
  - Processor : AMD C-60 with Radeon(tm) HD Graphics 1.00 GHz
  - RAM : 2 GB
  - System type : 32 bit
  - Hardisk : 234 GB
- 2) Printer Canon IP 2770
- 3) Software
  - ArcGIS 10.1 : untuk pengolahan citra dan pembuatan peta
  - Microsoft Office Word 2010 : untuk penulisan laporan
  - Microsoft Excel 2010 : untuk pengolahan data tabuler
- 4) GPS untuk survey lapangan
- 5) Kamera digital untuk pengambilan foto lapangan

### **1.7.2 Bahan yang digunakan**

1. Pembuatan peta Bentuklahan
  - Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang tahun 1993 skala 1 :100.000
  - Peta Geologi Lembar Yogyakarta tahun 1993 skala 1 : 100.000
  - Citra Landsat TM 2006

2. Penggunaan lahan, Kemiringan lereng, dan jarak sungai
  - Peta Rupabumi Indonesia (RBI), skala 1:25.000; edisi I-2001, Bakosurtanal
3. Curah Hujan
  - Peta Isohyet Kabupaten Magelang

### **1.7.3 Tahap Penelitian**

#### 1.7.3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal yang akan dilakukan.

Kegiatan yang akan dilakukan dalam tahap ini antara lain :

1. penentuan tema, judul serta pemilihan daerah kajian.
2. studi pustaka melalui berbagai literatur, buku referensi dan studi penelitian sesuai dengan tema penelitian.
3. Penyusunan kerangka Penelitian
4. Penyusunan metode yang digunakan
5. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian

#### 1.7.3.2 Pengumpulan data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui survey lapangan, sedangkan yang dimaksud data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak lain seperti instansi.

##### ➤ Data acuan

Data-data dan informasi tentang penilaian yang berkaitan dengan mitigasi bencana sebagai gambaran dalam penyusunan mitigasi bencana di daerah penelitian.

##### ➤ Data sekunder

Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data pendukung untuk penyusunan peta kerawanan lahar hujan dan data pendukung untuk analisis mitigasi bencana di daerah penelitian. Data tersebut diantaranya adalah:

- Peta Rupa Bumi Indonesia (shp file)
- Peta Geologi daerah penelitian

- Citra Landsat TM

➤ Interpretasi Citra

Interpretasi dilakukan untuk memperoleh keadaan Bentuklahan yang terdapat pada Sub DAS Kali Putih, maka perlu melakukan interpretasi citra terlebih dahulu. Proses interpretasi citra dilakukan dengan menggunakan kunci interpretasi dengan mengamati karakteristik Bentuklahan yang dapat diamati.

### 1.7.3.3 Tahap Pengolahan Peta Dasar

Tahapan ini merupakan tahapan pemrosesan data sekunder menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) berupa ArcGIS 10.1 untuk membuat peta parameter terkait yang terdiri dari: bentuklahan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, curah hujan, dan jarak sungai

#### 1) Bentuklahan

Bentuklahan yang paling rawan terhadap lahar hujan adalah bentuklahan yang berada dibawah lereng Merapi hal ini terjadi dikarenakan material Merapi yang keluar akan tertumpuk di bagian lereng hingga kaki lereng. Proses pembuatan peta bentuklahan sendiri memiliki tahapan diantaranya adalah identifikasi unsur-unsur bentuklahan yang ada di daerah penelitian dengan cara melihat jenis batuan pada peta Geologi untuk mengetahui material yang ada pada daerah penelitian dan interpreasi citra Landsat TM untuk mengetahui proses dan relief yang ada di daerah penelitian. Interpretasi yang dilakukan menggunakan kunci interpretasi untuk memudahkan identifikasi bentuklahan. Serangkaian proses tersebut memberikan hasil jenis bentuklahan yang kemudian dilakukan pengharkatan terhadap variabel bentuklahan. Adapun pengharkatan untuk Bentuklahan terdapat pada Tabel 1.5 di bawah ini dengan menggunakan klasifikasi Van Zuidam dan Cencelado serta dikombinasikan dengan klasifikasi dari PSBA, 2001 yang telah disesuaikan dengan kondisi bentuklahan yang ada pada gunungapi Merapi yang dapat dilihat pada Tabel 1.5 berikut ini

Tabel 1.5 Bentuklahan

<b>Bentuklahan</b>	<b>Harkat</b>
Kerucut gunungapi Merapi	1
Lereng atas Merapi tertoreh ringan	2
Lereng tengah Merapi tertoreh sedang	3
Lereng bawah Merapi tertoreh sedang	4
Kaki Lereng Gunung Merapi	5

Sumber: Van Zuidam dan Cancelado, 1979 dan PSBA 2010

## 2) Kemiringan Lereng

Daerah yang datar lebih rawan terhadap lahar hujan dari pada daerah yang miring-curam, hal ini terjadi karena pada lereng yang kemiringannya kecil akan terjadi tumpukan material. Pengharkatan untuk kemiringan lereng terdapat pada Tabel 1.6 berikut ini.

Tabel 1.6 Kemiringan Lereng

<b>Kemiringan lereng</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Harkat</b>
>20 %	Terjal	1
14-20 %	Agak terjal	2
8-13%	Agak landai	3
3-7 %	Landai	4
0-2%	Datar atau hampir datar	5

Sumber: Van Zuidam dan Cancelado 1979 (dalam Aniska Rizkiati, 2011)

## 3) Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan erat kaitannya dengan besarnya *direct runoff*. Besar kecilnya *direct runoff* tergantung pada besarnya air yang bisa mengalami infiltrasi. Besar kecilnya infiltrasi sangat tergantung pada penggunaan lahan, apakah masih alami atau sudah berupa lahan terbangun. Penggunaan lahan berupa lahan terbangun menyebabkan infiltrasi sangat kecil (PSBA UGM 2001). Pengharkatan penggunaan lahan terdapat pada Tabel 1.7 berikut ini

Tabel 1.7 Pengguan Lahan

<b>Penggunaan Lahan</b>	<b>Harkat</b>
Hutan	1
Lahan terbuka	2
Perkebunan	3
Tegalan,sawah	4
Permukiman, bangunan	5

Sumber: PSBA UGM 2001, dengan modifikasi

## 4) Curah Hujan

Daerah yang paling rawan dengan aliran lahar hujan adalah daerah yang mempunyai curah hujan tinggi. Harkat untuk curah hujan terdapat pada Tabel 1.8 berikut ini

Tabel 1.8 Curah Hujan

Curah Hujan (mm/dt)	Harkat
2575 - 2645	1
2646 - 2716	2
2717 - 2787	3
2788 - 2858	4
> 2859	5

Sumber : Peta Isohyet Sub DAS Kali Putih (dalam Aniska Rizkiati, 2011)

## 5) Jarak Sungai

Jarak sungai menentukan daerah yang paling rawan tidaknya terhadap aliran lahar hujan. Jarak sungai yang semakin dekat dengan permukiman akan semakin rawan terhadap lahar hujan. Pengharkatan jarak sungai terdapat pada Tabel 1.9 berikut ini

Tabel 1.9 Jarak Sungai

Jarak Dari Sungai	Harkat	Kelas
500 meter	1	Rendah
400 meter	2	Sedang
300 meter	3	Tinggi

Sumber: BNPB 2010

## 6) Karawanan Lahar Hujan

Langkah selanjutnya melakukan overlay berdasarkan beberapa variabel parameter yang telah diberi harkat, dari jumlah harkat yang ada kemudian dilakukan perhitungan dengan cara jumlah harkat tertinggi dikurangi harkat terendah kemudian dibagi dengan jumlah kelas. Hasil perhitungan tersebut dilakukan untuk mengetahui kelas kerawanan lahar hujan yang dapat dilihat pada Tabel 1.10

$$\begin{aligned}
 \text{Interval} &= \frac{\text{jumlah harkat tertinggi} - \text{jumlah harkat terendah}}{\text{jumlah kelas}} \\
 &= \frac{23 - 5}{5} \\
 &= 3,6 = 4
 \end{aligned}$$



Tabel 1.10 Kelas Kerawanan Lahar Hujan

Skor	Kriteria	Kelas
>21	Sangat rawan terhadap lahar hujan	I
17-20	Rawan terhadap lahar hujan	II
13-16	Kerawanan sedang	III
9-12	Tidak rawan/aman	IV
5-8	Sangat tidak rawan/sangat aman	V

Sumber: Analisis data, 2015

#### 1.7.4 Tahap Survey Lapangan

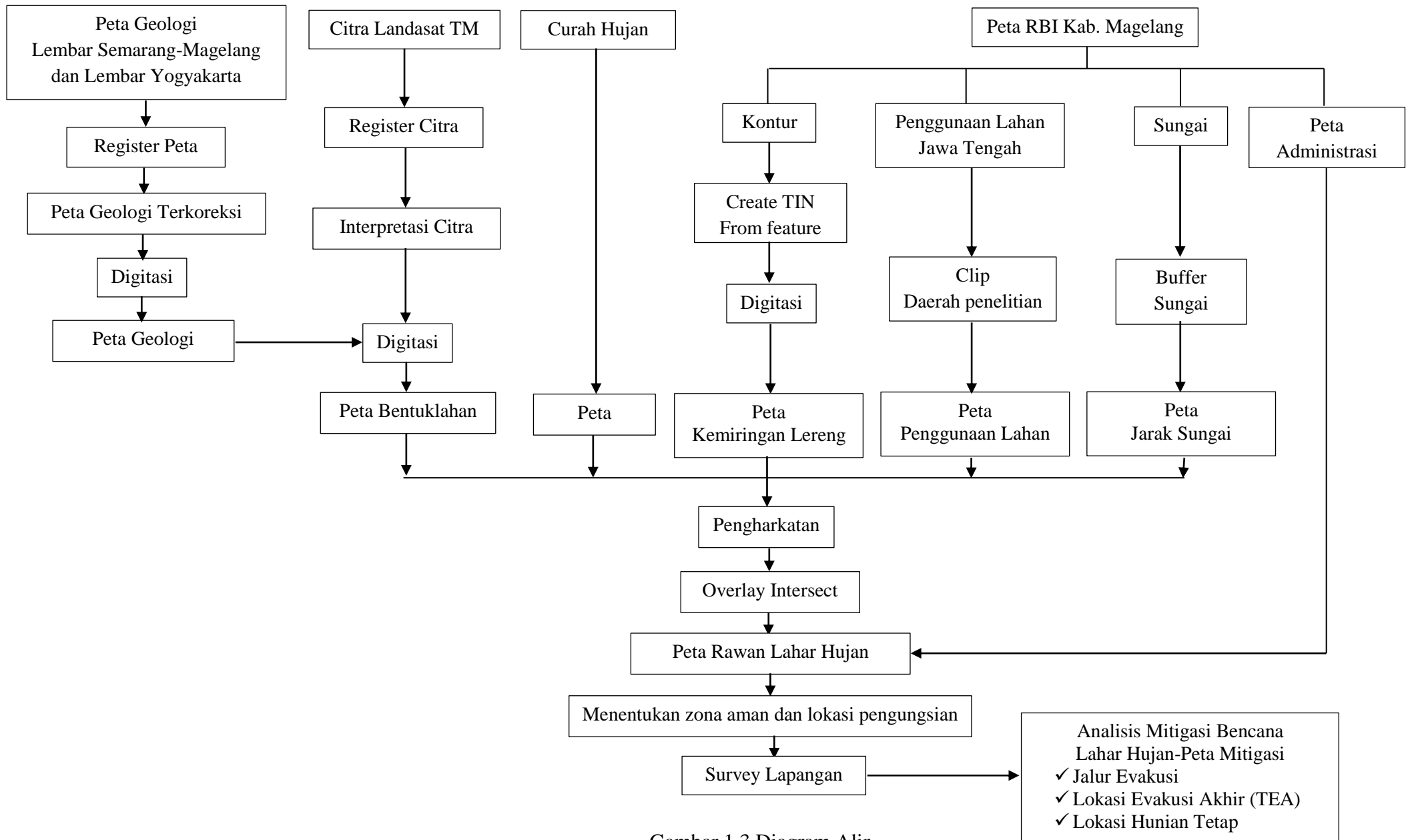
Kegiatan lapangan dimaksudkan untuk mengecek kebenaran hasil interpretasi dan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Survei lapangan juga dapat digunakan untuk menjawab pertanyaan yang belum terjawab melalui interpretasi citra dan sistem informasi geografis terkait mengenai mitigasi bencana yang tepat pada daerah penelitian. Kegiatan survei lapangan ini dilakukan setelah memperoleh peta kerawanan pada daerah penelitian. Selain melakukan uji lapangan terhadap kebenaran obyek yang telah diinterpretasi melalui citra penelitian juga mencari informasi yang berkaitan dengan pola penanganan mitigasi bencana yang ada pada daerah penelitian.

Penyusunan rencana kerja lapangan dilakukan untuk nantinya digunakan pada tahap survey lapangan seperti penentuan titik-titik sampel pada peta kerja, penetapan jalur survei berdasarkan sebaran titik sampel pada peta kerja, dan penetapan jadwal penelitian. Teknik pengambilan sampel yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu dengan cara *purposive sampling*. Pada teknik ini, terdapat beberapa pertimbangan untuk menentukan sampel, diantaranya yaitu penentuan daerah yang termasuk dalam kawasan rawan bencana saja yang di teliti, selain itu, hal yang menjadi pertimbangan dalam penentuan sampel diantaranya keterjangkauan aksesibilitas menuju lokasi sampel yang telah ditentukan agar mudah dicapai.

#### 1.7.5 Penulisan laporan

Penulisan laporan ini terdapat dua bagian. Bagian pertama yaitu laporan usulan penelitian sebagai proposal guna mendapat kerangka penelitian, kemudian dilanjutkan dengan laporan akhir penelitian berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan berisikan analisis hasil penelitian.

### Diagram Alir



Gambar 1.3 Diagram Alir

## 1.8 Batasasan Oprasional

### 1. Kerawanan bencana

Potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. (Undang-undang RI Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana)

### 2. Mitigasi

Serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. (Undang-undang RI Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana)

### 3. Lahar

Aliran masa yang berupa campuran air dan bahan lepas berbagai ukuran. Mulai dari abu, pasir, krikil hingga bongkahan yang berasal dari letusan atau kegiatan gunungapi. (DSN dalam Farad Puturuhi, 2015)

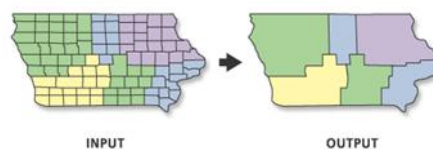
### 4. Overlay

Salah satu jenis dari proses operasi poligon, dimana terjadi penggabungan theme baru yang merupakan irisan antara theme overlay sebagai batasannya dan theme input (Widodo Agung, 2005). Merupakan salah satu proses pada sistem informasi geografi yang menggabungkan beberapa layer, bisa dalam bentuk poligon, garis atau titik. Ada beberapa macam bentuk Overlay, yaitu Intersect, Union, merge, clip dan dissolve.

#### a. Dissolve

Menggabungkan dua feature yang sama bentuknya, namun informasi salah satunya lebih detail, untuk menyederhanakan bentuk informasi feature.

Contoh : data desa disederhanakan menjadi data kecamatan

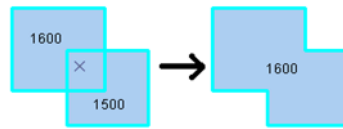


Gambar 1.4 Dissolve

Sumber : ArcGIS Desktop Help

b. Merge

Menggabungkan 2 theme yang berdiri sendiri, atribut yang sama tidak akan berubah, atribut dengan nama yang sama akan tetap namanya

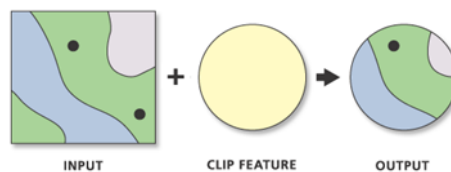


Gambar 1.5 Merge

Sumber : ArcGIS Desktop Help

c. Clip

Menggabungkan 2 feature yang berbeda, salah satu feature berguna untuk memotong feature yang satu.



Gamabr 1.6 Clip

Sumber : ArcGIS Desktop Help

d. Union

Mengkombinasikan 2 feature yang berbeda, hasil keluaran (output tidak terpotong)



Gambar 1.7 Union

Sumber : ArcGIS Desktop Help

## 5. Buffer

Merupakan analisis spasial yang menghasilkan unsur-unsur spasial bertipe polygon. Unsur tersebut merupakan area yang berjarak dan ditentukan dari input unsur spasial (Wasis 2012)

## **6. Harkat**

Merupakan Pemberian pengharkatan berupa nilai numeris yang berfungsi untuk memudahkan cara analisis kualitas / karakteristik lahan dalam kaitannya untuk menilai suatu potensi lahan. Cara analisis dapat berupa penjumlahan dan pengurangan, perkalian atau menggunakan rumus tertentu (Jamulya, 1995)

## **7. Survei Lapangan**

Survei lapangan dilakukan untuk mengecek hasil dari pemrosesan peta kerawanan yang telah dibuat. Survei ini dilakukan pada titik-titik aman dan lokasi pegungsian yang telah ditentukan pada peta kerawanan untuk dicek kesuaian titik-titik tersebut dengan kondisi di lapangan.